

Conference Paper, Published Version

Günther, Helge; Lindenberg, Martin

Konzeption einer Abflusssteuerung am Beispiel Dresden

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/104000>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Günther, Helge; Lindenberg, Martin (2002): Konzeption einer Abflusssteuerung am Beispiel Dresden. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Innovationen in der Abwasserableitung und Abwassersteuerung. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 21. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 303-324.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Konzeption einer Abflusssteuerung am Beispiel Dresden

Helge Günther und Martin Lindenberg

Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH, NL Dresden

Kurzfassung: Am Beispiel für das Kanalnetz der Stadt Dresden werden die konzeptionellen Untersuchungen zur Realisierung einer Verbundsteuerung erläutert. Im Zukunft sollen 14 Kanalnetzbereiche mit einem Volumen von ca. 63.000 m³ sowie 2 Regenüberlaufbecken mit einem Gesamtspeichervolumen von 36.000 m³ bewirtschaftet werden.

Abstract: For the sewer system of the city of Dresden the conceptional studies for the realization of a global real-time control are explained. In total 14 subsystems with an volume to be activated by RTC of 64.000 m³ and 2 rainfall detention basins with a volume of 36.000 m³ will in future be managed by RTC.

Keywords: Abwasser, Kanalisation, Kanalnetzsteuerung, Verbundsteuerung, Regelinterpretier

1 Einführung

In den letzten Jahren wurden für das Kanalnetz Dresdens erhebliche Anstrengungen unternommen, technisch und wirtschaftlich optimierte Konzepte für das Ableitungssystem sowie die Mischwasserbehandlungsanlagen zu entwickeln. Ziel ist es, das Kanalnetz auch langfristig nach den anerkannten Regeln der Technik zu betreiben.

Nach den Erkenntnissen der aktuellen hydraulischen Berechnungen genügt das bestehende Kanalnetz im wesentlichen den heutigen Anforderungen an den Entwässerungskomfort. Die Ausbaumaßnahmen stellen im allgemeinen begrenzte Eingriffe dar. Eine weitergehende, grundsätzliche Umstrukturierung des Entwässerungssystems aus hydraulischen Randbedingungen ist nicht abzusehen.

Bezüglich der Mischwasserbehandlung sind hingegen Maßnahmen in erheblichem Umfang zu realisieren. Bis zum Jahr 2001 waren lediglich kleinere, dezentrale Anlagen zur Mischwasserbehandlung vorhanden. Im Rahmen des Ausbaus sollen in Zukunft ca. 63.000 m³ bestehendes Kanalnetzvolumen aktiviert werden. Zusätzlich sind 36.000 m³ Speichervolumen als Regenüberlaufbecken bereitzustellen.

Im Jahr 2001 sind als erste Ausbaustufe das RÜB Dresden Johannstadt mit 12.000 m³ Speichervolumen sowie die Drossel- und Messeinrichtungen zur Bewirtschaftung von ca. 25.000 m³ Kanalstauraum in Betrieb genommen worden.

Als ein Bestandteil des Konzeptes ist eine Verbundsteuerung des Kanalnetzes mit den Mischwasserbehandlungsanlagen vorgesehen, deren Konzeption im folgenden in Form von „Meilensteinen“ vorgestellt wird.

2 Beschreibung Kanalnetz Dresden

Die grundsätzliche Gestaltung des Entwässerungssystems der Stadt Dresden wurde Ende des 19. Jahrhunderts vorgenommen. Die Entwässerung der innerstädtischen Bereiche erfolgt hauptsächlich im Mischsystem. In den Randlagen und Außengebieten wird vorwiegend im Trennsystem entwässert.

Heute verfügt die Stadt Dresden über ein öffentliches Kanalnetz von ca. 1.500 km Länge an dem ca. 98 % der bebauten Grundstücke angeschlossen sind (SE DD, 2000).

Das Kanalnetz ist in Teileinzugsgebiete unterteilt, die durch die Trockenwetterfließrichtung charakterisiert sind. Die Gebietshauptkanäle der im Mischsystem erschlossenen Teileinzugsgebiete verlaufen entsprechend der topographischen und städtebaulichen Verhältnisse in Richtung der Elbe und münden in die beidseitig der Elbe verlaufenden Abfangsammler (siehe Abbildung 1). Die Hauptkanäle haben aus Ihrer ursprünglich Konzeption als Schwemmkanalisation große Abmessungen und somit eine hohe Leistungsfähigkeit. An den Einmündungen in den Abfangsammler sind im allgemeinen Regenüberläufe angeordnet, die den Drosselabfluss zur Kläranlage Dresden Kaditz begrenzen. Die Entlastungen erfolgen in der Hauptsache in die Elbe und die Weißeritz.

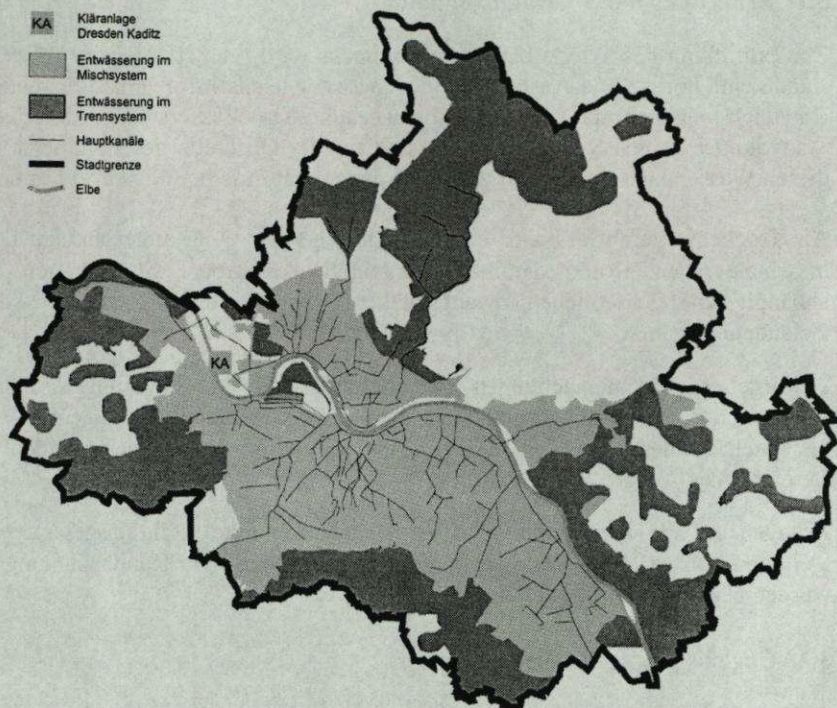


Abbildung 1: Hauptsammler des Entwässerungssystem der Stadt Dresden

3 Voruntersuchungen zur Kanalnetzbewirtschaftung

Im Rahmen von Voruntersuchungen zur Kanalnetzbewirtschaftung sollte im wesentlichen die generelle Eignung eines Kanalnetzes zur Bewirtschaftung abgeschätzt werden. Aufgrund der Auswertung der Checkliste der ATV-Arbeitsgruppe 1.2.4 Abflusssteuerung in Kanalnetzen konnte die generelle Steuerungswürdigkeit des Kanalnetzes ermittelt werden (itwh, 1996).

Neben dieser Checkliste wurden weitere Detailuntersuchungen vorgenommen, um die Steuerungswürdigkeit des Kanalnetzes sinnvoll zu beurteilen. Dies betrifft vor allem die Ermittlungen der potentiell aktivierbaren Stauraumvolumina.

3.1 Ermittlung der Stauraumvolumina

Zur Ermittlung des aktivierbaren Stauvolumens wird für verschiedene Wasserstände eine horizontale Ausbreitung des Wasserspiegels im oberhalb liegenden Kanalnetz angenommen. Das bei einem bestimmten Wasserstand aktivierbare Stauvolumen in den Sammlern ergibt sich aus der Differenz des Volumens für diesen Wasserstand und des für den Trockenwetterabfluss benötigten Volumens.

Als Trockenwetterabfluss wird ein mittlerer Wert von $Q_{t,24}$ angenommen. Das maximale Stauziel und damit das maximal aktivierbare Stauvolumen ist abhängig von betrieblichen Zwangspunkten wie z.B. Regenüberläufen oder Geländetiefpunkten.

Als Ergebnis der Untersuchungen ergaben sich 14 relevante Steuerungsbereiche. Im Bereich des rechtselbischen Kanalnetzes weisen 5 Bereiche ein potenziell zu bewirtschaftendes Kanalvolumen auf, im linkselbischen Bereich wurden 9 Bereiche identifiziert.

Bezogen auf die Zwangspunkte (i.A. Geländetiefpunkte) steht insgesamt ein Volumen von ca. 110.000 m³ zur Verfügung. Hydraulische Randbedingungen wurden bei den Voruntersuchungen nicht beurteilt.

3.2 Ungleichmäßige Überregnung

Aufgrund der geografischen Lage Dresdens (Elbtal, Erzgebirgsvorland) kann insbesondere bei Starkregenereignissen im Dresdner Stadtgebiet eine sehr ungleichmäßige Überregnung des Stadtgebietes beobachtet werden. Bei räumlich und zeitlich variierenden Niederschlagshöhen im Entwässerungsgebiet können die Vorteile einer Kanalnetzbewirtschaftung zum Tragen kommen, wenn damit eine ungleichmäßige Auslastung der Speicherräume verbunden ist.

Um das Niederschlagsgeschehen im Stadtgebiet Dresden zu erfassen, wurden Regenschreiber im Stadtgebiet installiert, die in Zukunft kontinuierlich Daten an das Leitsystem übertragen sollen.

Im Rahmen der Untersuchungen zur Kanalnetzbewirtschaftung wurden die Daten von 13 Regenschreibern in Dresden berücksichtigt. Diese Niederschlagsmesser liefern seit Anfang 1996 kontinuierlich gemessene Regenhöhen in 5-Minuten Intervallen.

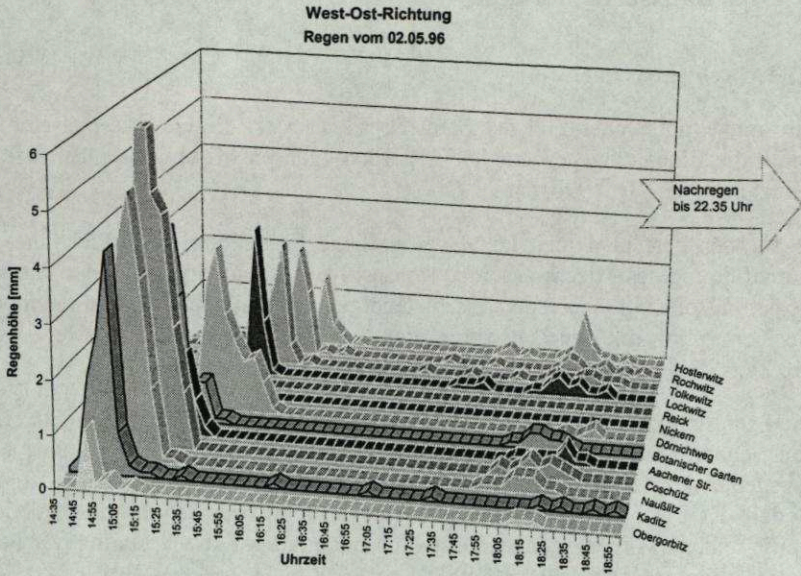


Abbildung 2: Niederschlagsverlauf bei Starkregenereignis

In Abbildung 2 sind am Beispiel des Regens vom 02.05.1996 die Niederschlags-höhen im betrachteten Entwässerungsgebiet dargestellt. Die beobachteten räum-lich und zeitlich verschobenen Niederschläge, die auch in Ihrer Intensität stark variieren, werden durch die Auswertung der Daten bestätigt.

Um möglichst realitätsnahe Ergebnisse der Steuerungsuntersuchungen zu erzielen, werden die weiteren Untersuchungen zur Netzbewirtschaftung für eine ungleichmäßige Überregnung des Stadtgebietes durchgeführt. Dazu wurde eine Zuordnung der Regenschreiber zu Entwässerungsbereichen vorgenommen. Die Aufteilung wurde nach rein räumlichen Aspekten für den jeweils am nächsten liegenden Regenschreiber vorgenommen.

4 Mischwasserbehandlung

4.1 Mischwassernachweis

Ein umweltpolitisches Ziel der Stadt Dresden ist es, die Gewässerbelastungen durch die Einhaltung gesetzlicher Anforderungen an Mischwasserüberläufe zu reduzieren (SE DD, 1996).

In Sachsen besteht derzeit keine verbindliche Festlegung einer Richtlinie zur Durchführung des Mischwassernachweises. Aus diesem Grund wurden mit dem Regierungspräsidium Dresden, als zuständige Genehmigungsbehörde vereinbart, die Konzeption mit der Zielsetzung der Unterschreitung des Grenzwertes von 250 kg CSB/ ($ha_{red} \cdot a$) für jeden Regenüberlauf vorzunehmen.

Die Ermittlung des Ausbaubedarfs der Mischwasserbehandlung wurde mit Hilfe von Schmutzfrachtberechnungen durchgeführt. Dazu wurde das gesamte Einzugsgebiet der Kläranlage Dresden-Kaditz für das hydrologische Schmutzfrachtmodell KOSIM aufgenommen. Der Ist-Zustand des Schmutzfrachtmodells wurde anhand von Messungen bezüglich quantitativer sowie qualitativer Parameter kalibriert (itwh, 1994, 1999).

Für den betrachteten Ist-Zustand wird der Grenzwert von 250 kg CSB/ ($ha_{red} \cdot a$) zum Teil erheblich überschritten (siehe Abbildung 3).

Die Sanierungsberechnungen wurden für einen Prognosezustand durchgeführt, welcher die wesentlichen Baumaßnahmen im Kanalnetz sowie die aktuellen Prognosen der Industrie-, Gewerbe- und Einwohnerentwicklung berücksichtigt.

Basierend auf den Steuerungsvoruntersuchungen wurde beim Mischwassernachweis das Kanalstauraumvolumen angesetzt, welches durch Steuerungseingriffe zu aktivieren ist. Dabei wurde ein maximales Stauraumvolumen von 62.600 m³ berücksichtigt. Die Stauräume wurden als fiktive Speicher nachgebildet. Die Aktivierbarkeit des Volumens konnte durch hydrodynamische Schmutzfrachtberechnungen verifiziert werden.

Zur Einhaltung der Grenzwerte müssen zusätzlich 36.000 m³ Rückhaltevolumen geschaffen werden. Diese wurden als RÜB am Standort der Kläranlage Dresden - Kaditz mit 24.000 m³ sowie einem RÜB in Dresden Johannstadt mit 12.000 m³ berücksichtigt. Ohne die Berücksichtigung der Kanalstauvolumina sind an den Standorten Beckengrößen von 63.000 m³ und 24.000 m³ erforderlich.

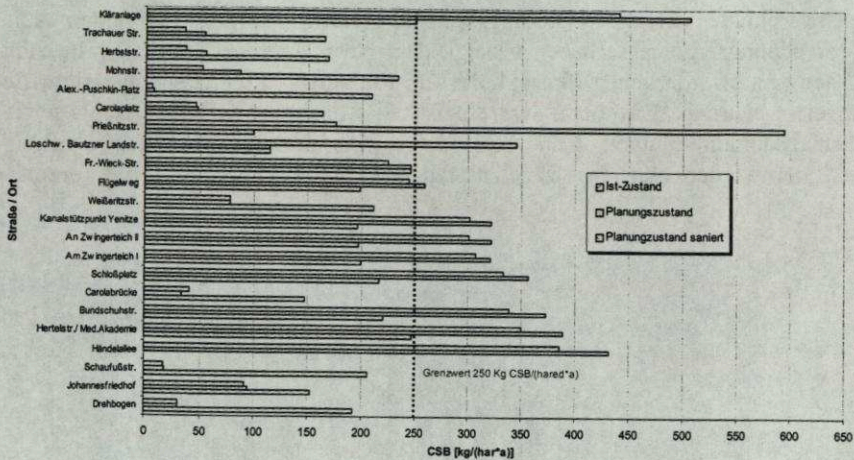


Abbildung 3: Mittlere Jahresergebnisse kumulierte spezifische Überlauffrachten an ausgewählten Regenüberläufen für den Ist-, Planungs- und sanierten Zustand

Ein wirtschaftlicher Ausbau der Mischwasserbehandlung kann durch die optimale Nutzung des vorhandenen Kanalspeichervolumens erfolgen. Damit wurden die Untersuchungen zur Kanalnetzbewirtschaftung ein wesentlicher Bestandteil der weitergehenden detaillierten Sanierungsplanungen.

4.2 Hydrodynamische Schmutzfrachtberechnungen

Parallel zum Mischwassernachweis wurden hydrodynamische Schmutzfrachtberechnungen durchgeführt. Ziel der Berechnungen war der Nachweis der beim Mischwassernachweis angesetzten Kanalstauraumvolumina und damit Vorgaben, zu welchem Prozentsatz die potentiell vorhandenen Speichervolumina genutzt werden können. Dabei sollten insbesondere qualitative Aspekte berücksichtigt werden.

Die Berechnung des nicht bewirtschafteten Planungszustandes erfolgte unter Ansatz einer ungleichmäßigen Überregnung des Gebietes, die auch als Lastfall für die dann folgenden Steuerungsuntersuchungen verwendet wurde. Die Berechnungen im ungesteuerten und gesteuerten Fall wurden miteinander verglichen und bewertet. Die Serie wurde aus unabhängigen Ereignissen der Jahre 1996-97 zusammengestellt.

Anhand der ausgewählten Serie von Naturregen konnten qualitative Entlastungsschwerpunkte des Entwässerungssystems deutlich aufgezeigt werden. Die Berechnungsergebnisse haben gezeigt, dass bei mehreren Ereignissen die zum Nachweis erforderlichen Einstauhöhen im Kanalnetz durch Steuerungseingriffe erreicht wurden. Das beim hydrologischen Mischwassernachweis angesetzte Kanalstauraumvolumen kann somit durch eine gezielte Netzbewirtschaftung aktiviert werden, ohne dass es zu zusätzlichen Überlastungen im Gebiet kommt.

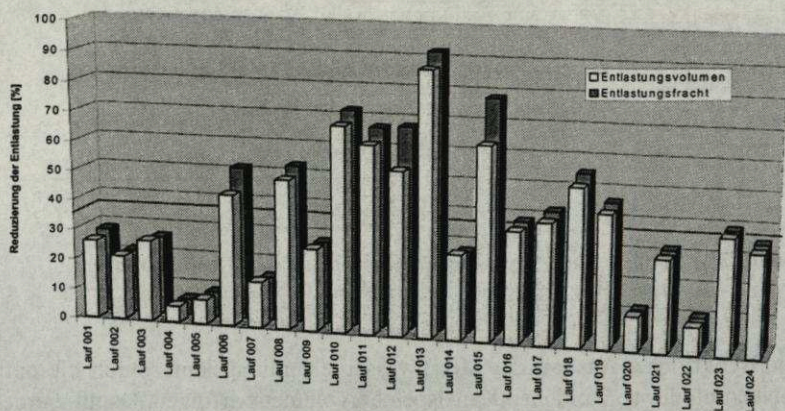


Abbildung 4: Prozentuale Reduzierung der Entlastungsvolumina und -frachten gegenüber dem Ist-Zustand durch die Kanalnetzsteuerung

Die Auswertung der Berechnungsergebnisse zeigt weiterhin, dass die gezielte Bewirtschaftung des Entwässerungssystems bei allen ausgewählten Niederschlagsereignissen zu einer deutlichen Verbesserung des Gesamtentlastungsverhaltens führt (siehe Abbildung 4). Es wurde eine Reduzierung der Gesamtentlastungsmenge um durchschnittlich 37,5 % und der entlasteten CSB-Fracht um 39 % durch die Nutzung und die gezielte Bewirtschaftung des vorhandenen Stauraums erreicht.

Die wesentlichen Frachten und Volumina entlasten an den Überläufen des Regenüberlaufbeckens Kläranlage und des Regenüberlaufbeckens Johannstadt und bestätigen damit die Anlage der zentralen Mischwasserbehandlungen mit mechanischer Vorreinigung an den Standorten.

5 Das bewirtschaftete Kanalnetz

Anhand der Systemskizze in Abbildung 5 wird die grobe Struktur des Dresdner Entwässerungssystems dargestellt.

Deutlich zu erkennen sind die parallel zur Elbe verlaufenden Abfangsammler, die sich vor der Kläranlage vereinigen. Senkrecht zu den Abfangsammlern verlaufen die zu bewirtschaftenden Systembereiche (Hauptkanäle). Zur Aktivierung der Kanalstauraumvolumina sind in den Gebietshauptkanälen vor der Einmündung in die Abfangsammler Regelorgane vorgesehen (dreieckige Symbole). Oberhalb der Drosseleinrichtungen sind in den Stauraumkanälen bzw. an Geländetiefpunkten Wasserstandmessstellen (Kreis) angeordnet. Des weiteren sind die Becken Johannstadt und das geplante Becken auf der Kläranlage (Quadrat) dargestellt.

Sämtliche Mess- und Steuerstellen sind zur Übermittlung von Mess- und Sollwerten über Datenleitungen an den Zentralen Leitrechner auf der Kläranlage angebunden. In dieses Netzwerk ist unter anderem auch der Steuerungsrechner eingebunden, auf dem, unter Verwendung einer Regelbasis, die systemweiten Messwerte zu Steuerungsentscheidungen für die Regeleinrichtungen verarbeitet werden.

Für das RÜB bestehen verschiedene Möglichkeiten zur Befüllung. Die Entscheidungen dazu sind sowohl aus hydraulischen als auch aus schmutzfrachttechnischen Gründen möglich. Dabei kann das Becken über beide oder nur ein ausgewähltes Trennbauwerk beschickt werden.

Eine zusätzliche Möglichkeit zur gezielten Nutzung ist durch die oberhalb im Entwässerungssystem gelegene Steuerungsstelle Holbeinstraße/Krenkelstraße konzipiert. In dem Bereich sind zwei Steuerungseinrichtungen installiert, die einen Abwasserstrom bei drohender Überlastung gezielt zum RÜB überleiten können.

Die Vorgaben zur Befüllung und Entleerung des Beckens werden vom Steuerungssystem getroffen.

6 Entwicklung der Steuerungsregeln

Als Ergebnis der vorangegangenen Untersuchungen zur Netzbewirtschaftung konnten Systembereiche ermittelt werden, die für den Einsatz von gezielten Steuerungseingriffen geeignet erscheinen.

Aufgrund der Komplexität des Gesamtsystems ist eine optimale Nutzung der zur Verfügung stehenden Speicherräume nur durch eine Verbundsteuerung, basierend auf systemweiten Informationen, möglich.

Zur Verwirklichung einer Verbundsteuerung der vorgesehenen Regelorgane des Dresdner Kanalnetzes ist es notwendig, die aus Überlegungen und Erfahrungen gewonnenen Ergebnisse in Steuerungsentscheidungen für die Regelorgane umzusetzen. Dazu müssen Steuerungsregeln formuliert werden, nach denen das System gesteuert werden kann. Die Aufstellung der derzeitigen Regelbasis erfolgt im wesentlichen nach quantitativen, betrieblichen und wirtschaftlichen Aspekten.

6.1 Verwendete Berechnungsmodelle

Zur Entwicklung der Regelbasis, mit der die später erläuterte Verbundsteuerungsstrategie umgesetzt werden soll, wird das Steuerungssystem ITWH-CONTROL in Verbindung mit dem Programmpaket HYSTEM-EXTRAN verwendet. ITWH-CONTROL ermöglicht es, zielgerichtete Eingriffe in den Abflussvorgang eines Entwässerungssystems aufgrund systemweiter Informationen vorzunehmen. Einsetzbar ist ITWH-CONTROL sowohl in einem real

existierenden Entwässerungssystem als auch zur Simulation der Steuerung anhand eines Modells des Entwässerungssystems.

Das wesentliche Ziel der modelltechnischen Untersuchungen ist die Aufstellung einer optimalen Regelbasis, die möglichst einfach auf das reale System übertragen werden kann. Weiterhin bieten sich mit den Modellen Möglichkeiten, Sonderfälle und Extremzustände der hydraulischen Belastungssituation zu prüfen und entsprechend mit den Steuerentscheidungen darauf zu reagieren.

Die Funktionsweise der verwendeten Modelle wird im folgenden kurz erläutert:

Das Steuerungssystem ITWH-CONTROL wird parallel zum Simulationsmodell HYSTEM-EXTRAN gestartet. Zunächst berechnet das Oberflächenabfluss-Modell HYSTEM die Belastung des Systems für den jeweils betrachteten Niederschlag. Danach beginnt das Modell EXTRAN mit der Berechnung des Trockenwetterabflusses. Diese ermittelten Systemgrößen für den Anfangszustand der Simulation werden als "Messwerte" an den Regelinterpretierer übermittelt (siehe Abbildung 7).

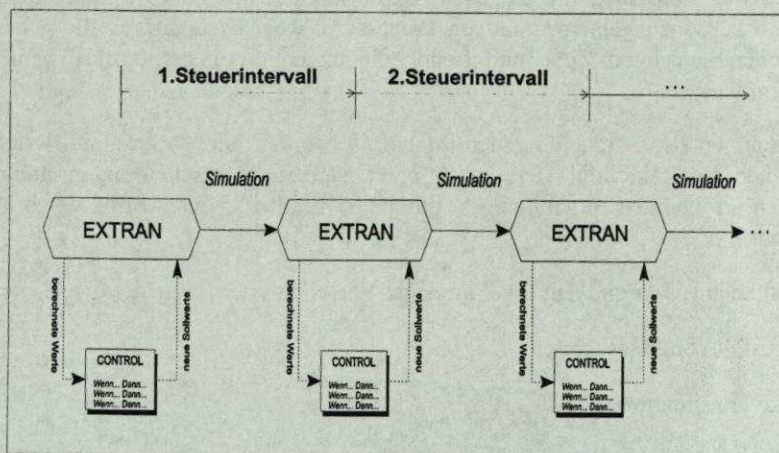


Abbildung 7: Kommunikation zwischen dem Steuerungssystem CONTROL und dem Simulationsmodell EXTRAN

Der Regelinterpretierer verarbeitet diese Eingangsgrößen zu Sollwerten für die Regelelemente des Kanalnetze und übergibt diese an EXTRAN. Das Simulationsprogramm stellt die Steuerungseinrichtungen den Sollwerten entsprechend ein und simuliert den Abflussprozess bis zum nächsten Datenaustausch. Dieser

beschriebene Prozess wiederholt sich in Intervallen, bis das Simulationsende erreicht ist.

Beim geplanten Einsatz im realen System werden die Steuerungsentscheidungen im Steuerungssystem ITWH-CONTROL aufgrund tatsächlicher Messwerte getroffen. Dazu werden die realen Messwerte in vordefinierten Intervallen an den Steuerungsrechner übertragen. Dort werden diese Größen vom Reglerinterpret zu Sollwerten für die Regelelemente des realen Systems verarbeitet und zum Leitrechner übertragen.

6.2 Entwicklung der Regelbasis

Die hydraulischen Berechnungen zur Entwicklung der Regelbasis werden anhand eines stark vereinfachten Grobnetzes durchgeführt. Dieses bietet zum einen den Vorteil wesentlich kürzerer Rechenzeiten und zum anderen dient es der Übersichtlichkeit, da die wesentliche Struktur des Entwässerungssystems verdeutlicht wird.

Mit Hilfe von modelltechnischen Berechnungen für ausgewählte Regenereignisse wird in einem iterativen Prozess die Regelbasis aufgestellt, mit der die oben genannten Ziele und Randbedingungen möglichst optimal berücksichtigt werden.

Im Rahmen der Aufstellung der Regelbasis werden auch besondere Systemzustände berücksichtigt. Die getroffenen Steuerungsentscheidungen müssen auch bei folgenden Situationen zu optimalen Eingriffen ins Abflussgeschehen führen:

- Elbhochwasser und damit verbundener Verschluss der Hochwasserschieber
- Ausfall von Messgeräten
- Havariesituationen

Aufgrund der Struktur der Regelbasis ist es zudem möglich, Steuerungsbereiche einzeln, bzw. nacheinander in Betrieb zu nehmen, ohne die Regelbasis zu verändern.

6.3 Grundlagen der Steuerstrategie

Im folgenden wird der "rote Faden", der bei der Aufstellung des Verbundsteuerungskonzeptes verfolgt wurde, bzw. die damit verbundene Umsetzung in der Regelbasis beschrieben:

Vermeidung von Überlastungen im Kanalnetz

Das übergeordnete Ziel sämtlicher Steuerungseingriffe ist, dass Überstauungen aufgrund der Steuerentscheidungen für die Regelorgane vermieden werden sollen.

Umsetzung in der Verbundsteuerung: Wenn der Wasserstand in den Stauräumen oder an Geländetiefpunkten den definierten, maximalen Wasserstand erreicht, werden die Drosseleinrichtungen geöffnet, bzw. wenn erforderlich an den Entlastungsstellen gezielt entlastet.

Einstau der Haupt- und Nebensammler, im wesentlichen kein Einstau der Abfangsammler

Der Abfluss der Hauptkanäle wird durch die Abfangsammler, deren Kapazität begrenzt ist, zur Kläranlage Dresden Kaditz geleitet. Um die vollständige Leistungsfähigkeit der Abfangsammler, insbesondere bei der Entleerung der Speicherräume, gezielt nutzen zu können, wurde von einer zusätzlichen Drosselung in den Abfangkanälen abgesehen. Lediglich der Bereich des Neustädter Abfangsammlers vor der Kläranlage wird gezielt bewirtschaftet.

Umsetzung in der Verbundsteuerung: In der Regel sind die Drosseleinrichtungen zur Aktivierung der Kanalstauraumvolumina in den Hauptkanälen kurz oberhalb der Einbindung in die Abfangsammler angeordnet. Die Steuerungsentscheidungen insbesondere für die Entleerung der Hauptkanäle werden im wesentlichen aufgrund der hydraulischen Situation in den unterhalb gelegenen Abfangsammlern und der Kläranlagenkapazität getroffen. Die komplette Leistungsfähigkeit der Abfangsammler kann somit für die gezielte Ableitung aus einzelnen Stauräumen genutzt werden.

Maximale Nutzung der Speicherkapazitäten vor Auftreten von Mischwasserentlastungen

Die Speicher- und Transportkapazitätsgrenzen werden bei ungesteuerten Systemen nur bei dem Bemessungslastfall – dem Entwurfsregen – vollständig ausgenutzt. Von diesem Regen abweichende Belastungen können in einigen Bereichen des Kanalnetzes zu Mischwasserentlastungen in die Gewässer oder zu

Überstauungen im Einzugsgebiet führen, während zur gleichen Zeit in anderen Gebieten noch ungenutzter Speicherraum zur Verfügung steht.

Umsetzung in der Verbundsteuerung: Aufgrund der systemweiten Aufzeichnung von Wasserständen und Niederschlagshöhen können die Steuerentscheidungen für die Drosselorgane so getroffen werden, dass die Speichervolumina möglichst vollständig im Entwässerungssystem gefüllt sind bevor es zu Mischwasserentlastungen in die Gewässer kommt. Beispielsweise werden bei einem Regen zunächst sämtliche Drosselabflüsse minimiert. Während des Regens wird dann in denjenigen Bereichen stärker gedrosselt, wo z.B. aufgrund geringerer Regenbelastung noch ausreichend Stauraum zur Verfügung steht. Die dadurch erzielte Erhöhung der verfügbaren Leistungsfähigkeit in den Abfangkanälen und der Kläranlage kann zur vermehrten Ableitung aus den Systembereichen genutzt werden, an denen Mischwasserentlastungen drohen.

Verminderung der Ablagerungsgefahr

Durch die Gewährleistung eines Basisabflusses (Einhaltung einer Mindestfließgeschwindigkeit) an den Regelorganen, soll die Ablagerungsgefahr in den bewirtschafteten Stauraumkanälen vermindert werden.

Umsetzung in der Verbundsteuerung: Aufgrund der Steuerentscheidungen wird ein vollständiger Verschluss der Regelorgane ausgeschlossen.

Ausnutzung der Stauraumkanalvolumina vor Beckenbefüllung

Eine Befüllung der Regenüberlaufbecken ist insbesondere mit einem erhöhten finanziellen Aufwand verbunden. Da die Beckenentleerung (RÜB Johannstadt) bzw. -befüllung (geplantes RÜB Kläranlage) zum Großteil über Pumpen geschieht, ist eine Beckenbefüllung mit zusätzlichen Kosten verbunden. Zudem ist ein erhöhter Aufwand mit der Beckenreinigung nach einer Beckenbefüllung verbunden.

Umsetzung in der Verbundsteuerung: Da die Befüllung und die Entleerung der Kanalstauräume im Dresdner Kanalnetz im freien Gefälle geschieht und somit keine zusätzlichen Kosten mit der Befüllung und der Entleerung verbunden sind, ist die Steuerstrategie derart ausgelegt, dass zunächst das Kanalstauraumvolumen ausgenutzt wird. Reicht das vorhandene Kanalstauraumvolumen nicht aus, werden gezielt die Becken befüllt. Um den anschließenden Reinigungsaufwand bei einer Beckenteilbefüllung zu minimieren, werden die einzelnen Beckenkammern nacheinander gefüllt.

Berücksichtigung der Qualität des entlasteten Mischwassers und der Einleitstelle

Zum Schutz "sensiblerer" Gewässer sollte versucht werden, die Entlastungstätigkeit aus dem Entwässerungssystem in Richtung der leistungsfähigeren Gewässer zu verschieben. Zudem sollte die Qualität des entlasteten Mischwassers beachtet werden.

Umsetzung in der Verbundsteuerung: Am Regenüberlauf Drehbogen sollen Mischwasserentlastungen in die Lockwitz minimiert werden, indem bei drohender Entlastung in das sensible Gewässer Lockwitz die Drosselmenge am Drehbogen erhöht wird. Somit wird die Entlastungstätigkeit in zum unterhalb gelegenen Regenüberlauf in Richtung Elbe verlagert. Des weiteren wird durch die Verbundsteuerung versucht, die Entlastungstätigkeit im System in Richtung der Klärüberläufe an den Regenüberlaufbecken zu verschieben, da das dort entlastete Mischwasser mechanisch vorgereinigt wird.

Vergleichmäßigung des Kläranlagenzuflusses

Aus energetischen und betrieblichen Gründen ist eine Vergleichmäßigung des Kläranlagenzuflusses sinnvoll, um eine gleichmäßige Auslastung und einen kontinuierlichen Betrieb der Schmutzwasserpumpen auf der Kläranlage zu gewährleisten.

Umsetzung in der Verbundsteuerung: Aufgrund der langen Fließwege und des überwiegend sehr flachen Kanalnetzes ergeben sich zum Teil sehr große Fließzeiten bis zur Kläranlage. Bei den Steuerungsentscheidungen werden für die Entleerung der Kanalstauräume diese Fließzeiten berücksichtigt, damit sich die Abflussspitzen nicht überlagern und die Beschickung der Kläranlage kontinuierlich erfolgt. Schwankungen im Kläranlagenzufluss können durch die Auffüllung aus dem RÜB Kläranlage ausgeglichen werden.

6.4 Schrittweise Umsetzung in das existierende System

Nach der theoretischen Aufstellung der Regelbasis anhand von Modellrechnungen erfolgt derzeit die Umsetzung in das reale System im Bereich Dresden-Ost. Dazu wurde auf der Kläranlagenleitwarte ein Steuerungsrechner mit der erforderlichen Steuerungssoftware installiert. Derzeit wird die Übertragung der Messwerte und Steuerungsentscheidungen zwischen Leitrechner und Steuerungsrechner überprüft.

Als nächster Schritt werden in verschiedenen Testphasen die Steuerungseinrichtungen im lokal gesteuerten Betrieb verfahren. Die Ergebnisse dieser lokalen Steuerungseingriffe werden für die Anpassung der Regelbasis an das reale System verwendet. Beispielsweise werden auf diese Art maximale Stauziele mit den theoretischen Ansätzen abgeglichen, Messwertbereiche angepasst oder Schieberkennlinien angeglichen.

Nach Abschluss und Auswertung der Testphase werden einzelne Systembereiche aufgrund der Vorgaben vom Steuerungsrechner gedrosselt. In einer ersten Phase werden diese Steuerungsentscheidungen zunächst manuell eingestellt, um auf unvorhergesehene Probleme schnell reagieren zu können. Nach Auswertung erster Ergebnisse wird das Ziel verfolgt, die weiteren Steuereinrichtungen nacheinander, kontinuierlich mit in Betrieb zu nehmen. Ergebnis dieser Inbetriebnahme soll die vollautomatische Funktion sämtlicher Regelorgane sein.

7 Technische Vorgaben zur Ausführung der Drossel- und Messeinrichtungen

7.1 Festlegungen zur Ausführung der Drosselbauwerke

Zur gezielten Bewirtschaftung der Kanalstauräume sind Drosselbauwerke notwendig, mit denen folgende Zielstellungen erfüllt werden können.

- gezielte Regelung der Durchflüsse auf extern vorgegebene Zielgrößen
- Möglichkeit des Notüber- bzw. Notumlaufs

Eine wesentliche Anforderung an die technische Ausstattung der Drosselbauwerke ist die Möglichkeit der gezielten Regelung der Durchflüsse auf vorgegebene Größen. Dabei ist es erforderlich, dass die vorgegebenen Sollwerte, welche Durchflüsse oder Schieberstellungen sein können, von außen jederzeit beeinflussbar und fernsteuerbar sind. Diese Anforderungen können beispielsweise durch den Einsatz durchflussgeregelter Schieber bzw. Schütze oder durch Pumpen erfüllt werden. Des weiteren sollten die Regelorgane auf Dauerbetrieb ausgelegt sein, da die Verbundsteuerungseingriffe ein häufiges Verfahren der Schieber bzw. sonstiger Regelorgane erforderlich machen können.

Die Drosselorgane sollten derart dimensioniert werden, dass der Abfluss einerseits komplett unterbrochen werden kann, andererseits die komplette Abflusskapazität der unterhalb liegenden Kanäle eingestellt werden kann.

Eine weitere wesentliche Randbedingung bei der technischen Ausstattung von Drosselbauwerken liegt in der Schaffung von Notüber- bzw. Notumlaufmöglichkeiten.

Die Notum- bzw. Notüberläufe müssen gewährleisten, dass ein vorgegebenes Stauziel nicht überschritten werden kann. Insbesondere bei technischen Problemen mit dem Steuerorgan (Festsitzen oder Ausfall des Schiebers) oder bei großen Niederschlagsbelastungen dürfen definierte Einstauhöhen nicht überschritten werden, da es sonst zu Überlastungen im oberhalb gelegenen System führen kann. Um dies zu vermeiden, sind Notum- oder Notüberläufe vorzusehen.

Die Notentlastungsmöglichkeiten sollten hydraulisch auf den maximal möglichen Abwasserzufluss bemessen sein. Um dies zu gewährleisten ist ein ausreichend breites Wehr vorzusehen. Eine bessere Möglichkeit besteht darin ein von unten verfahrbares Wehr (eventuell in Verbindung mit einem starren Wehr) vorzusehen. Dies hat den Vorteil, dass durch Herunterfahren des Wehres die Abflusskapazität vergrößert werden kann und somit das festgelegte Stauziel gezielt eingehalten werden kann. Ein weiterer Vorteil besteht in der Variabilität der Einstauhöhe. Aufgrund der Verfahrbarkeit des Wehres ist es möglich, auf einfache Art auf eventuell erforderliche Anpassungen der maximalen Einstauhöhe zu reagieren.

Falls die örtlichen Randbedingungen es zulassen, sollten bei den Kanalsauräumen aus Gründen der Gewährleistung einer gefahrlosen Ableitung des Abwassers Notüberläufe in Gewässer den Notumläufen von Steuerungsorganen vorgezogen werden. Ein wesentlicher Vorteil von Entlastungsmöglichkeiten in Gewässer besteht darin, dass in der Regel die gesamte Ableitungskapazität zur Verfügung steht und diese unbeeinflusst von den sonstigen Systemzuständen bleibt. Des weiteren sind durch die Anordnung von Entlastungsmöglichkeiten in die Gewässer gezielte Entlastungen möglich, die aus qualitativer oder betrieblicher Sicht erwünscht sein können.

7.2 Festlegungen zum Einbau der Messgeräte

Insbesondere bei den Wasserstands- und Durchflussmessungen muss die Zuverlässigkeit der Messwerte gewährleistet sein. Die Messwerte bilden eine wesentliche Eingangsgröße bei der gezielten Bewirtschaftung des Entwässerungs-

systems. Da basierend auf diesen Daten Steuerentscheidungen getroffen werden, ist die Zuverlässigkeit der Daten ein wesentlicher Aspekt. Aus diesem Grund sollten die Messungen redundant ausgeführt werden. Auf diese Weise ist von einer großen Sicherheit bei der Messdatenerfassung auszugehen, da beim Ausfall eines Messgerätes weiterhin Daten vom anderen Gerät erfasst werden und somit bereitgestellt werden. Weiterhin kann durch die Verwendung zweier unabhängiger Messungen die Qualität der Messdaten jederzeit überprüft werden. Ein "Auseinanderlaufen" der Messdaten kann somit sofort erkannt und behoben werden.

Bei der Anordnung der Messstellen sollten insbesondere wesentliche Anforderungen an die Hydraulik berücksichtigt werden. Messgeräte sollten möglichst außerhalb des direkten Einflussbereichs des Steuerelementes angeordnet werden, um kurzzeitige starke Veränderungen der hydraulischen Zustände an der Messstelle zu vermindern. Des weiteren sollte die Messgeräte an Stellen angeordnet werden, die leicht zugänglich sind und die relativ konstante hydraulische Bedingungen aufweisen (z.B. keine Fließwechsel schießend \leftrightarrow strömend, keine Kanalkrümmungen, keine Abstürze, nicht hinter Einbindungen).

8 Zusammenfassung

In der Stadt Dresden soll in den nächsten Jahren ein umfangreicher Ausbau der Mischwasserbehandlungsanlagen realisiert werden. Im Rahmen des Ausbaus sollen ca. 63.000 m³ bestehendes Kanalnetzvolumen aktiviert werden. Zusätzlich sind 36.000 m³ Speichervolumen als Regenüberlaufbecken bereitzustellen.

Im Jahr 2001 sind das RÜB Dresden Johannstadt mit 12.000 m³ Speichervolumen sowie die Drossel- und Messeinrichtungen zur Bewirtschaftung von ca. 25.000 m³ Kanalstauraum in Betrieb genommen wurden. Die Steuerung der Mischwasserbehandlungsanlagen wird mittels eines Verbundsteuerungskonzeptes realisiert, welches einen möglichst optimalen Betrieb der Anlagen gewährleisten soll.

Die Abflusssteuerung wurde durch konzeptionelle Untersuchungen vorbereitet. Dazu wurden die Phasen zur Ermittlung der Steuerungswürdigkeit, der detaillierten hydraulischen Betrachtungen der Steuerungsbereiche bis hin zur theoretischen Entwicklung der Steuerungsregeln und technischen Vorgaben zur Gestaltung der Regel- und Messorgane durchlaufen.

Parallel zu den Steuerungskonzeption wurden die Nachweise zur Funktion der Mischwasserbehandlung mittels hydrologischen und hydrodynamischer Schmutzfrachtberechnungen durchgeführt.

9 Literatur

- ATV-Arbeitsgruppe 1.2.4, Heft 5/1985, 1.Arbeitsbericht, "Abflusssteuerung in Kanalnetzen" Korrespondenz Abwasser.
- ATV-Arbeitsgruppe 1.2.4, Heft 6/1987, 2.Arbeitsbericht, "Planungsmethoden bei der Entwicklung von Steuersystemen in Mischwassernetzen", Korrespondenz Abwasser.
- ATV-Arbeitsgruppe 1.2.4, 5, Heft 1/1995, Arbeitsbericht, "Untersuchung zum Steuerungspotential von Kanalnetzen", Korrespondenz Abwasser.
- DWA Dresden Wasser und Abwasser GmbH (1997). Aufbereitung und Generalisierung von Daten, Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH.
- DWA Dresden Wasser und Abwasser GmbH (1994). Fortführung des Schmutzfrachtmodells, Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH
- Fuchs, L.; Verworn, H.-R. (1990). Kanalnetzberechnung - Modellbeschreibung HYSTEM-EXTRAN, Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH.
- Ingenieurgesellschaft für wasserwirtschaftliche Messdaten mbH (1997). Kanalnetzmesskampagne Dresden 1996. Dokumentation der im Auftrag der Stadtentwässerung Dresden durchgeführten Abflussmessungen und Beprobungen.
- Schilling, Wolfgang (Hrsg.) (1996). Praktische Aspekte der Abflusssteuerung in Kanalnetzen Oldenbourg Verlag, München, Wien.
- Stadtentwässerung Dresden (1996). Regenüberlaufbauwerk Dresden Johannstadt; Vorplanung, Ingenieurgemeinschaft Regenüberlaufbauwerk Johannstadt, itwh, ACI.
- Stadtentwässerung Dresden (1998). Regenüberlaufbauwerk Dresden Johannstadt; Genehmigungsplanung, Ingenieurgemeinschaft Regenüberlaufbauwerk Johannstadt, itwh, ACI.
- Stadtentwässerung Dresden (1999). Aktualisierung der Schmutzfrachtberechnung, Erläuterungsbericht, Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH.
- Stadtentwässerung Dresden (1995). Abwasserbeseitigungskonzept bis zum Jahr 2005, Erläuterungsbericht, Dresden Wasser und Abwasser GmbH.
- Stadtentwässerung Dresden (2000). Netzsteuerung Ost, Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH.
- Stadtentwässerung Dresden (2000). Zur Geschichte der Stadtentwässerung Dresdens, Hochland Verlag Papritz.

Autoren:

Dipl.-Ing. Helge Günther

Institut für technisch-
wissenschaftliche Hydrologie GmbH
Sudhausweg 9
D 01099 Dresden

Tel.: ++49 - 351 - 82649 - 0
Fax: ++49 - 351 - 8020380
E-Mail: H.Guenther@itwh.de
URL: <http://www.itwh.de>

Dipl.-Ing. Martin Lindenberg

Institut für technisch-
wissenschaftliche Hydrologie GmbH
Sudhausweg 9
D 01099 Dresden

Tel.: ++49 - 351 - 82649 - 0
Fax: ++49 - 351 - 8020380
E-Mail: M.Lindenberg@itwh.de
URL: <http://www.itwh.de>